

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3846675号  
(P3846675)

(45) 発行日 平成18年11月15日(2006.11.15)

(24) 登録日 平成18年9月1日(2006.9.1)

(51) Int. Cl. F I  
**A 6 1 B 5/05 (2006.01)** A 6 1 B 5/05 A  
**A 6 1 B 5/08 (2006.01)** A 6 1 B 5/08

請求項の数 9 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2000-5809 (P2000-5809)	(73) 特許権者	503360115
(22) 出願日	平成12年1月6日(2000.1.6)		独立行政法人科学技術振興機構
(65) 公開番号	特開2001-112730 (P2001-112730A)		埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(43) 公開日	平成13年4月24日(2001.4.24)	(73) 特許権者	301032942
審査請求日	平成15年8月18日(2003.8.18)		独立行政法人放射線医学総合研究所
(31) 優先権主張番号	特願平11-184452		千葉県千葉市稲毛区穴川四丁目9番1号
(32) 優先日	平成11年6月29日(1999.6.29)	(74) 代理人	100093230
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 西澤 利夫
前置審査		(72) 発明者	山本 幹男
			千葉県千葉市稲毛区穴川1-8-15-8 23
		(72) 発明者	町 好雄
			埼玉県越谷市大字南荻島4324-13
		(72) 発明者	ムウエテ ムルアカ
			神奈川県足柄上郡大井町山田352-2
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生体内磁気測定による塵肺または肺機能画像化装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁場の発生とその停止とを自在とした外部磁場発生装置と、円筒状の基板に複数の磁気センサーを備えた測定器と、測定データを演算処理するコンピュータ演算装置と、演算処理されたデータを画像表示する表示装置とを有し、被験者の肺内の粉塵または肺内に吸引された磁性超微粉を前記外部磁場発生装置により磁化した後に、前記外部磁場発生装置による磁場を取り除き、次いで、前記測定器により外部より胸部の磁気分布を測定し、測定データをコンピュータ演算処理して画像表示することを特徴とする塵肺または肺機能画像化装置。

【請求項2】

前記外部磁場発生装置が電磁石、永久磁石および超伝導磁石のうち少なくとも1種により構成される請求項1記載の塵肺または肺機能画像化装置。

【請求項3】

前記測定器を回転および/または移動を可能とする駆動機構を備えている請求項1または2の塵肺または肺機能画像化装置。

【請求項4】

被験者の回転および/または移動を可能とする駆動機構を設けている請求項1ないし3のいずれかの塵肺または肺機能画像化装置。

【請求項5】

前記磁気センサーが半導体磁気センサー、磁気抵抗(MR)素子、磁気インダクタンス

(MI)素子、コイル、および、量子干渉素子のうちの少なくとも1種からなるものとする請求項1ないし4のいずれかの塵肺または肺機能画像化装置。

【請求項6】

空間磁気シールド機構を設けている請求項1ないし5のいずれかの塵肺または肺機能画像化装置。

【請求項7】

前記測定器を構成する複数の磁気センサーが、それぞれ単独でA/D変換器に接続されている1ないし6のいずれかの塵肺または肺機能画像化装置。

【請求項8】

磁場の発生とその停止とを自在とした外部磁場発生装置と、円筒状の基板に複数の磁気センサーを備えた測定器と、測定データを演算処理するコンピュータ演算装置と、演算処理されたデータを画像表示する表示装置とを有し、被験者の肺内の粉塵または肺内に吸引された磁性超微粉を前記外部磁場発生装置により磁化した後に、前記外部磁場発生装置による磁場を取り除き、次いで、前記測定器により外部より胸部の磁気分布を測定し、測定データをコンピュータ演算処理して磁気分布の時間変化を画像表示することを特徴とする肺機能診断装置。

10

【請求項9】

磁場の発生とその停止とを自在とした外部磁場発生装置と、円筒状の基板に複数の磁気センサーを備えた測定器と、測定データを演算処理するコンピュータ演算装置と、演算処理されたデータを画像表示する表示装置とを有し、被験者の肺内の粉塵または肺内に吸引された微量の磁性超微粉を前記外部磁場発生装置により磁化した後に、前記外部磁場発生装置による磁場を取り除き、次いで、前記測定器により外部より胸部の磁気分布を測定し、次いで、再び前記外部磁場発生装置により最初とは逆向きの磁場を発生させて磁化した後に、前記外部磁場発生装置による磁場を取り除き、測定器を用いて外部より胸部の残留磁気分布を測定し、それぞれの測定データをコンピュータ演算処理し、両者の残留磁気分布の時間変化を画像表示することを特徴とする肺機能診断装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この出願の発明は、塵肺または肺機能画像化方法とその装置に関するものである。さらに詳しくは、この出願の発明は、複数の磁気センサーを備えた測定器を用いて被験者の胸部の磁気分布を測定することにより、従来方法と比較して計測時間が短く、また、時系列変化をとらえることが可能となる塵肺画像化方法に関するものである。

30

【0002】

【従来の技術とその課題】

粉塵の多い労働環境において、労働者に対する塵肺の定期的な検診は、雇用主の義務とされている。一般に、塵肺の検診にはX線が利用されているが、塵肺の性質上、長い期間粉塵が肺中に蓄積し肺組織に変化が生じるまで、検出が難しいことが問題となっていた。したがって、塵肺の早期発見が可能となる検査方法の開発が求められていた。

【0003】

近年、電子機器の発達に伴い、生体内磁気測定による医療診断方法の開発が盛んになってきている。このような状況の中、外部から強磁場を肺内に蓄積した粉塵を磁化し、次いで外部からの磁場を除去し、粉塵が作る磁場を磁気センサーにより測定し、肺内に蓄積した粉塵の総量と分布を測定する肺磁界測定装置が発明された(特公平3-42093)。しかし、この方法は、単一の磁気センサーを用いるため、計測時間が長く、かつ、粉塵の分布を捕らえるために非常に手間が掛かっていた。上記の発明がなされて以来、電子機器は更なる発展を遂げ、計測機器や磁気センサーは非常に高性能なものとなっており、これらの高性能な電子機器を応用することにより、上記の発明の弱点を克服できる可能性が出てきた。また、肺内の粉塵分布を直感的に理解するために画像処理技術の導入に対する期待や、さらには、粉塵分布の経時変化を簡便にとらえたいという要望も出てきている。

40

50

## 【0004】

この出願の発明は、以上の通りの事情に鑑みてなされたものであり、高感度に、しかも計測時間が短く、かつ、粉塵の分布の時間的な変化をもとらえることができ、肺内に蓄積された粉塵だけでなく、超微粉化された微量の磁性粉を肺内に吸引された状態で肺細胞の活性度等の機能を観察することを可能とする、磁気分布測定による塵肺または肺機能画像化方法とその方法を提供することを課題としている。

## 【0005】

## 【課題を解決するための手段】

この出願の発明は、上記の課題を解決するものとして、磁場の発生とその停止とを自在とした外部磁場発生装置と、円筒状の基板に複数の磁気センサーを備えた測定器と、測定データを演算処理するコンピュータ演算装置と、演算処理されたデータを画像表示する表示装置とを有し、被験者の肺内の粉塵または肺内に吸引された磁性超微粉を前記外部磁場発生装置により磁化した後に、前記外部磁場発生装置による磁場を取り除き、次いで、前記測定器により外部より胸部の磁気分布を測定し、測定データをコンピュータ演算処理して画像表示することを特徴とする塵肺または肺機能画像化装置（請求項1）を提供する。

10

## 【0006】

また、この出願の発明の塵肺または肺機能画像化装置においては、外部磁場発生装置を電磁石、永久磁石および超伝導磁石のうち少なくとも1種とすること（請求項2）を特徴とする。

## 【0007】

また、測定器を回転および/または移動を可能とする駆動機構を備えていること（請求項3）を特徴とする。

20

## 【0008】

また、被験者の回転および/または移動を可能とする駆動機構を設けていること（請求項4）を特徴とする。

## 【0009】

さらに、磁気センサーが半導体磁気センサー、磁気抵抗（MR）素子、磁気インダクタンス（MI）素子、コイル、および、量子干渉素子のうちの少なくとも1種からなるものとすること（請求項5）をも特徴とする。

## 【0010】

またさらに、空間磁気シールド機構を設けていること（請求項6）を特徴とする。

30

## 【0011】

そして、測定器を構成する複数の磁気センサーが、それぞれ単独でA/D変換器に接続されていること（請求項7）をも特徴とする。

## 【0012】

さらに、この出願の発明は、磁場の発生とその停止とを自在とした外部磁場発生装置と、円筒状の基板に複数の磁気センサーを備えた測定器と、測定データを演算処理するコンピュータ演算装置と、演算処理されたデータを画像表示する表示装置とを有し、被験者の肺内の粉塵または肺内に吸引された磁性超微粉を前記外部磁場発生装置により磁化した後に、前記外部磁場発生装置による磁場を取り除き、次いで、前記測定器により外部より胸部の磁気分布を測定し、測定データをコンピュータ演算処理して磁気分布の時間変化を画像表示することを特徴とする肺機能診断装置（請求項8）と、磁場の発生とその停止とを自在とした外部磁場発生装置と、円筒状の基板に複数の磁気センサーを備えた測定器と、測定データを演算処理するコンピュータ演算装置と、演算処理されたデータを画像表示する表示装置とを有し、被験者の肺内の粉塵または肺内に吸引された微量の磁性超微粉を前記外部磁場発生装置により磁化した後に、前記外部磁場発生装置による磁場を取り除き、次いで、前記測定器により外部より胸部の磁気分布を測定し、次いで、再び前記外部磁場発生装置により最初とは逆向きの磁場を発生させて磁化した後に、前記外部磁場発生装置による磁場を取り除き、測定器を用いて外部より胸部の残留磁気分布を測定し、それぞれの測定データをコンピュータ演算処理し、両者の残留磁気分布の時間変化を画像表示する

40

50

ことを特徴とする肺機能診断装置（請求項 9）をも提供する。

【 0 0 1 3 】

【 発明実施の形態 】

この出願の発明の塵肺または肺機能画像化方法は、はじめに外部磁場発生装置を用いて磁場を発生し、被験者の肺内に蓄積している粉塵を磁化するか、または、たとえば、粉塵が非磁性の場合等には、超微細な磁性粉の微量を空気とともに肺内に吸引させ、この吸引された磁性粉を磁化する。外部磁場発生装置は、直流電流を流したコイル、永久磁石または超伝導磁石などであり、短時間で肺内に蓄積した粉塵を磁化するために、外部磁場発生装置は、ある程度強磁場を発生することが可能であることが望ましい。

【 0 0 1 4 】

次いで、外部磁場発生装置による磁場を取り除いた状態で、複数の磁気センサーからなる測定器を用いて被験者の胸部の磁気分布を測定する。複数の磁気センサーからなる測定器には、図 1、図 2、図 3 に例示するように、平面状、曲面状または円筒状の基板（1）に、各々間隙をおいて、たとえば  $m$  行  $n$  列で複数の磁気センサー（2）が配置されているものとする（ $m$ 、 $n$  は整数）ことができる。測定の際、被験者は直立している状態、椅子に座っている状態、または、ベッドに横たわった状態とすることができる。複数の磁気センサーからなる測定器が、固定された状態にある被験者の胸部の周囲を回転したり、または、平行移動することにより、被験者の胸部の磁気分布を測定する。測定器を構成する磁気センサーの数が十分に多ければ、被験者の胸部全体を覆うように固定した状態で、被験者の胸部の磁気分布を測定してもよい。もしくは、被験者を固定するかわりに、測定器を固定し、被験者を回転また平行移動することにより、胸部の磁気分布を測定することも可能である。その際、被験者の回転また平行移動のために、被験者が直立している床、座っている椅子、横たわっているベッドなどが測定器に対して相対的に移動する。

【 0 0 1 5 】

測定器が被験者の胸部の周囲を回転する場合には、より詳細なデータを取得するために、スパイラル状の回転走査を行うことが好ましい。このようにして取得されたデータは、胸部の水平方向の断面画像や 3 次元画像として構成するのに有用である。

たとえば以上に例示した複数の磁気センサーを備えた測定器（3）を用いて被験者の胸部の磁気を計測する様子を例示したものが図 4 である。

【 0 0 1 6 】

また、この出願の発明において、測定器を構成する磁気センサーは、半導体磁気センサー、磁気抵抗（MR）素子、磁気インダクタンス（MI）素子、コイル、量子干渉素子の 1 種以上からなり、地磁気や外部ノイズを軽減するために、2 つの磁気センサーを同じ位置に配置し測定値の差をとったり、複数回の測定値のスタッキングを行い平均値を測定値とすることが好ましい。地磁気や外部ノイズを軽減するために、磁気シールドルーム内にて測定を行うことも可能である。

【 0 0 1 7 】

また、SN 比の改善のために、高い解像度での操作を行い、複数の磁気センサーによる同一の測定位置における重複データを加算することも好ましい。

また、測定器に接続される計測機器はデジタル機器が好ましく、サンプリング間隔は 1 秒以下とするのが好ましく、複数の磁気センサーは同じに、あるいはスキャンさせて測定することができる。そして、連続的な測定が可能である。計測機器を通じて離散化された測定値は、計測機器に接続されたコンピュータの記憶装置に格納され、コンピュータによりデータ処理がなされ、肺内に蓄積した粉塵の分布に関する画像化が行われる。

【 0 0 1 8 】

複数の磁気センサーの測定値は、マルチプレクサーにより順次選択され 1 台の A / D 変換器によってデジタル信号に変換されてもよい。高速な測定のためには、それぞれの磁気センサーに A / D 変換器が単独で接続されている事が好ましい。

【 0 0 1 9 】

コンピュータによる画像化の方法としては、表示装置に出力された人体の平面像において

10

20

30

40

50

、磁気センサーの位置に割り当てられた点に測定データの値を割り振り、これらの値を線上のグラフ、濃淡画像、カラー画像または、等高線画像として表示する。図5は、肺の磁気分布を等高線画像として表示した例である。

【0020】

また、隣接する磁気センサーによる測定値の空間差分の分布として画像化したり、CT法の原理を応用して画像化することにより、より正確な肺内に蓄積した粉塵の分布に関する画像化が行われる。

【0021】

曲面状または円筒状の測定器を用いた場合には、肺内の粉塵の磁化を、任意の方向で行うことが可能となり、磁化によって発生する磁気の最大となる方向を曲面状または円筒状の測定器の回転走査により検出し、前後あるいは左右からの磁化を行い、それらのデータから人体断面方向の像が構築できる。

10

【0022】

さらに、上記の塵肺または肺機能画像化方法およびその装置により得られたデータを用いて、被験者の肺機能の健全度を診断することも可能となる。

この出願の発明の肺機能診断方法においては、被験者の肺内に空気と共に微量の磁性超微粉を吸引させ、その後、外部磁場発生装置により磁場を発生させて磁性超微粉を一定の方向で磁化する。

【0023】

肺内で磁化された磁性超微粉は、時間の経過と共に肺内部の生体組織の活動によって移動する。このため、磁性超微粉から発生する磁気は、磁化直後は一定方向を向いているが、時間経過と共に様々な方向を向くことになる。

20

【0024】

したがって、この出願の塵肺または肺機能画像化方法およびその装置により、肺内の磁気の時間変化をモニターすることにより、被験者の肺機能の健全度を診断することができる。

【0025】

また、被験者の肺内に空気と共に微量の磁性超微粉を吸引した後に、外部磁場発生装置により磁場を発生させて磁性超微粉を一定の方向で磁化し、この時点で1回目の残留磁気の分布を測定し、さらに、再び外部磁場発生装置により最初とは逆向きの磁場を発生させて磁化した後に、測定器を用いて2回目の残留磁気分布測定を行うことによっても、被験者の肺機能の健全度を診断することができる。肺機能が健全であれば、1回目と2回目の残留磁気は逆向きとなるが、肺胞の活性が少ない不健全である場合には、残留磁気の反転は起こらない。

30

【0026】

【発明の効果】

この出願の発明により、複数の磁気センサーを用いることにより、計測時間が短く、高感度で塵肺画像または肺機能画像を得ることが可能となり、しかも被験者に優しい医療診断技術が提供される。また、肺内の様子の時間変化をもとらえることが可能となり、基礎研究や新たな診断技術に寄与すると考えられる。さらに、X線やMRIなどの従来技術では把握できなかった、肺機能の健全度を容易に診断することが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】 この出願の発明における複数の磁気センサーからなる測定器で、平面状にm行n列で磁気センサーが配置されているものの概略図である。

【図2】 この出願の発明における複数の磁気センサーからなる測定器で、曲面状にm行n列で磁気センサーが配置されているものの概略図である。

【図3】 この出願の発明における複数の磁気センサーからなる測定器で、円筒状にm行n列で磁気センサーが配置されているものの概略図である。

【図4】 この出願の発明の塵肺または肺機能画像化方法において、複数の磁気センサーを備えた測定器を用いて被験者の胸部の磁気を計測する様子を例示した概略図である。

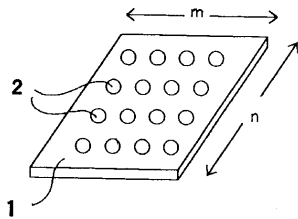
50

【図5】 この出願の発明の塵肺または肺機能画像化方法において、肺の磁気分布を等高線画像として表示した例である。

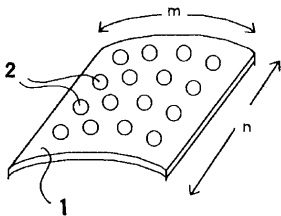
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 磁気センサー
- 3 測定器

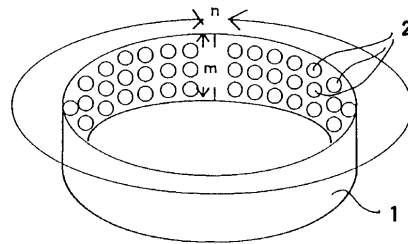
【図1】



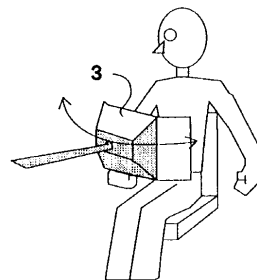
【図2】



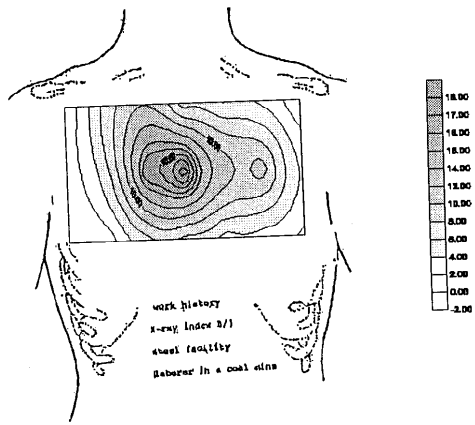
【図3】



【図4】



【 図 5 】



フロントページの続き

審査官 小原 博生

(56)参考文献 特開平01-218431(JP,A)

特公平03-042093(JP,B2)

特表平06-508686(JP,A)

小谷誠, 生体磁気計測, 日本, 株式会社コロナ社, 1995年10月20日, 172-182頁

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/05-5/085